

00P 18622



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 34 654 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 06 F 15/46**  
G 07 C 3/00  
B 25 J 19/00  
G 05 B 23/02  
B 23 K 9/095

⑳ Aktenzeichen: P 42 34 654.1  
㉑ Anmeldetag: 14. 10. 92  
㉒ Offenlegungstag: 21. 4. 94

DE 42 34 654 A 1

㉑ Anmelder:  
Cloos International Inc. (n.d.Ges.d.Staates  
Delaware), Elgin, Ill., US

㉒ Vertreter:  
Brose, D., Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anw.,  
82319 Starnberg

㉑ Erfinder:  
Neef, Paul R., Hoffman Estates, Ill., US; Newell,  
Martin S., Crystal Lake, Ill., US; Richards, Davis,  
Barrington, Ill., US; Singh, Ashok, Elgin, Ill., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Diagnosesystem für Roboter und Anwendungsverfahren dafür

⑤7 Ein On-Line-Echtzeitprozeßüberwachungssystem stellt nicht nur das Vorhandensein von einer Vielzahl von Störungszuständen fest, sondern auch, welcher der vielen Störungszustände zuerst behoben werden sollte. Dann werden geeignete Bildschirmanzeigen ausgewählt und dargestellt, um dem Bedienungspersonal bei der Problemlösung zu helfen.

DE 42 34 654 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Ausrüstung und Verfahren zur On-Line-Echtzeitüberwachung und Steuerung von Prozessen. Insbesondere betrifft die Erfindung ein computergestütztes Überwachungssystem, das entscheiden kann, welches von einer Vielzahl von Problemen die größte Bedeutung hat, so daß das Bedienungspersonal sich zuerst mit dem wichtigsten Problem befassen kann.

Heutige Robotersysteme müssen strenge Produktionspläne und -ziele erfüllen. Eine Fehlfunktion von irgendeinem entscheidenden Bauteil der Einheit macht diese Aufgabe oft nicht nur schwierig, sondern manchmal unmöglich. Ein längerer Ausfall der Ausrüstung beeinflußt die Produktion dieser Einheit nachteilig und manchmal, in Abhängigkeit vom Teilefluß in einer Fertigungsstraße, beeinflußt er auch die Leistung der vorausgehenden und nachfolgenden Fertigungszellen nachteilig.

Gründe für verlängerte Ausfallzeiten reichen von einem Fehlen der notwendigen Ausbildung des Bedienungspersonals, der außerordentlichen Vielzahl und Art der Probleme, die entstehen können, dem physikalischen Abstand der Ausrüstung von verfügbarer Hilfe bis zu dem Zeitabstand zwischen dem Auftreten und der Wahrnehmung der Existenz eines Problems. Um diese oben angeführten Probleme zu lösen, wäre es wünschenswert, kontinuierlich und automatisch die Probleme zu überwachen und zu diagnostizieren, sobald sie auftreten.

Aussagekräftige Schlüsse können nur aufgrund guter Daten gewonnen werden. Deshalb wird es notwendig sein, Meßwerte zu identifizieren, die Hinweise auf die Ursachen von Problemen liefern werden. Nachdem der fortlaufende Herstellungsvorgang nicht unterbrochen werden kann, ist es wichtig, daß jedes Überwachungssystem nicht nur die Prozeßbedingungen in Echtzeit verfolgt, sondern daß die Verfolgung selbst nicht zu Unterbrechungen führt.

Daher gibt es einen Bedarf für ein Überwachungssystem, welches die Arbeitsabläufe nicht unterbricht, und das Bedienungspersonal in der Analyse und Diagnose der Probleme unterstützen kann.

Erfindungsgemäß wird eine Überwachungsvorrichtung und ein Überwachungsverfahren vorgesehen, welches die Echtzeitüberwachung eines weiterlaufenden industriellen Prozesses ausführt, der von einem Industrierwerkzeug durchgeführt wird. In einer offenbarten Ausführungsform ist der Prozeß eine komplizierte Schweißstätigkeit, bei der eine Vielzahl von Schweißnähten an einem Werkstück ausgeführt werden.

Die Vorrichtung umfaßt Schaltungen zur Messung von einer Vielzahl von analogen und digitalen Eingangsdaten von dem Werkzeug. Interface-Schaltungen passen die von den Sensoren erhaltenen Signale an und erzeugen elektrische Darstellungen davon. Diese Darstellungen sind mit den anderen Schaltungen kompatibel.

Die Vorrichtung umfaßt weiterhin Schaltungen zur Analyse der angepaßten elektrischen Darstellungen und zur Zuordnung von Prioritäten zu jeder beliebigen Störungsmeldung, die von den erfaßten Signalen angezeigt wird. Die Störungsmeldung mit der höchsten Priorität kann durch Abarbeiten eines vorab gespeicherten Entscheidungsbaums bestimmt werden. Der Entscheidungsbaum kann in einer Vielzahl verschiedener Wege eingerichtet werden.

Die Störungsmeldung mit der höchsten Priorität wird dann benutzt, um eine vorab gespeicherte Bildschirmanzeige (oder Bildschirmanzeigen) aufzufinden, die die entsprechende Störungsmeldung anzeigen. Die vorab gespeicherte Bildschirmanzeige (oder Bildschirmanzeigen) können dann für das Bedienungspersonal angezeigt werden. Texte und grafische Informationen, die zu diesem Stöorzustand gehören, werden angezeigt, um das Bedienungspersonal zu unterstützen.

Das Bedienungspersonal kann Anforderungen für zusätzliche Informationen im Zusammenhang mit dem entdeckten Störfall eingeben und kann außerdem einige grafische Darstellungen auf dem Computerbildschirm aufrufen oder löschen. Zusätzliche Bildschirmanzeigen können aufgrund von Eingaben des Bedienungspersonals aufgefunden und dargestellt werden. Abhängig von den Eingaben des Bedienungspersonals beziehen sich die nachfolgenden Bildschirmanzeigen auf den einen oder anderen Aspekt des Störfalls, der behoben werden muß.

Von dem Werkzeug ankommende Signale werden auf der Basis variabler Wiederholungen abgetastet. Wenn ein gegenwärtiger Störfall gelöst worden ist, dann wird festgestellt, welche Störung mit der nächsthöheren Priorität gegeben ist. Wenn eine Störung mit höherer Priorität in dem letzten Abfragevorgang aufgetreten ist, als die Störungen, die vorher erkannt worden sind, führt diese Störung mit höherer Priorität zu der nächsten Bildschirmdarstellung, die dem Bedienungspersonal hilft. Auch wenn Störungszustände gegeben sind, wird die Abtastung der Eingangsdaten im Hintergrund fortgesetzt, wobei jedoch die Abtastrate, wenn nötig, geändert werden kann.

Ein besonders vorteilhaftes Merkmal der vorliegenden Erfindung ist die Fähigkeit, die Eingangsdaten mit unterschiedlichen Raten abzutasten, in Abhängigkeit von dem Betriebszustand des Werkzeugs. Dadurch kann die Abtastrate dann entsprechend erhöht werden, wenn ein Signalwert von Zeit zu Zeit besonders wichtig wird, oder wenn dieses Signal seinen Zustand mit einer ungewöhnlich hohen Rate ändert. Gleichmaßen kann die Abtastrate für mit einem Störfall nicht verbundene Signale zeitweise herabgesetzt werden, wenn das Überwachungssystem auf einen Störungszustand antwortet. Wenn die Störungsursache identifiziert worden ist, kann die Abtastung der Signale im Hintergrundbetrieb fortgesetzt werden.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann die Bildschirmanzeige die Art des Problems grafisch darstellen. Ein einfaches Menü wird vorgegeben, um damit zusätzliche Hilfen anzufordern. Diese Hilfe wird in der Form von einfachen Schritten und Maßnahmen zur Behebung der Störung, durch Angabe der elektrischen Schaltpläne, der Lage von entscheidenden Signalmeßstellen, wenn erforderlich, der Bestellnummern für Ersatzteile und einer entsprechenden Montageanleitung für den Fall, daß Ersatzteile installiert werden müssen, gegeben.

Darüber hinaus wird der Zeitpunkt, zu dem ein Problem auftrat, zusammen mit einer kurzen Beschreibung aufgezeichnet und ausgedruckt. Anschließend wird auch der Zeitpunkt ausgedruckt, zu dem das Problem gelöst worden ist.

Abhängig von der Art des Problems, wird die Vorrichtung automatisch einen Überwacher verständigen. Die

Vorrichtung kann auch von Hand abgefragt werden, um Information über die wichtigen Signale auszugeben, und zwar sowohl vor Ort als auch aus der Ferne.

Zur Abfrage aus der Ferne wird zuerst eine Telefonverbindung aufgebaut und danach die gewünschten Daten übertragen. Obwohl die Vorrichtung in ihrer offenbarten Ausführungsform eine Schweißrobotereinheit überwacht, ist sie nicht darauf beschränkt. Die Vorrichtung kann dafür eingerichtet werden, jegliche elektromechanische Vorrichtung zu überwachen, die elektrische Signale erzeugen kann.

Gemäß einem anderen Aspekt überwacht die Vorrichtung die Fertigungsaufgabe, die der Roboter ausführt. In der offenbarten Ausführungsform wird ein Schweißvorgang überwacht. Dies wird durch Überwachung der in Verbindung mit dem Schweißvorgang relevanten Parameter, beispielsweise Drahtnachschiebungsgeschwindigkeit, Schweißspannung, Gasflußrate und anderer kritischer Schweißparameter bewirkt.

Diese Information über den Schweißvorgang wird dann mit den programmierten Parametern und auch mit einer historischen Datenbank des Prozesses verglichen. Abweichungen, die einen bestimmten Toleranzbereich überschreiten, lösen einen Alarm aus.

Häufig ist dieser Alarm lediglich eine Warnung. In kritischen Anwendungsfällen kann der Prozeß jedoch angehalten werden, um die notwendigen Korrekturen durchzuführen, bevor der Prozeß fortgesetzt wird.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung liefert die Vorrichtung eine zusammenhängende Programmierungshilfe, die verwendet werden kann, um Hilfe beim Programmieren des Roboters zu erhalten. Diese Option wird von einer bestimmten Bildschirmanzeige aus aufgerufen.

Einfache menügeführte Bildschirmanzeigen liefern Programmierungshilfe, beispielsweise Erklärungen von Robotersoftwarekommandos und ihrer Anwendung zusammen mit Beispielsprogrammen. Ebenso wird Information über die Bestellnummern bestimmter Komponenten und Unterkomponenten für die gesamte Schweißeinheit geliefert.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung liefert die Vorrichtung historische Informationen über das Werkzeug und den Prozeß. Da die Vorrichtung die Signale kontinuierlich überwacht, kann beispielsweise eine graduelle Verschlechterung der Stärke eines bestimmten Signals als Vorwarnung über einen drohenden Ausfall dienen.

Auf diese Weise können bestimmte Probleme vorweggenommen werden und es können vorbeugende Maßnahmen getroffen werden, um einen Ausfall zu vermeiden. Darüber hinaus kann ebenfalls relevante statistische Information über einen Zeitraum gesammelt werden, um damit Informationen über Themen wie Produktionseffektivität, Zykluszeiten, Leerlaufzeiten und Häufigkeit und Art von Ausfällen zu sammeln.

Die Vorrichtung kann zusätzlich eine vom Bedienungspersonal gesteuerte Videokamera umfassen. Diese Kamera kann, wenn nötig, auf den relevanten Problembereich gerichtet werden und ein Live-Videosignal kann zu einer entfernten Reparaturabteilung übertragen werden.

Dieses Videosignal kann entweder eine Serie von Schnappschüssen des Systems darstellen, welche von einem dafür geeigneten Mikrocomputer verarbeitet und mittels der Telefonleitungen übertragen werden, oder es kann eine Live-Bildübertragung sehr ähnlich zu der, wie sie in einer Fernsehübertragung auftritt, darstellen. Dies bietet den zusätzlichen Vorteil, daß entferntes Service-Personal das Bedienungspersonal oder den Wartungselektriker vor Ort aktuell beobachten kann, und diesem helfen kann.

Die Vorrichtung kann mittels eines programmierten Mikrocomputers ausgeführt werden. Ein mit dem Mikrocomputer verbundener Videomonitor kann verwendet werden, um verschiedene Bildschirmdarstellungen für das Bedienungspersonal zu liefern.

Ein Überwachungsprogramm, welches von dem Mikrocomputer ausgeführt wird, kann in Verbindung mit den Interface-Schaltungen die Signalabtastoperation mit einer vorgegebenen Rate ausführen. Das Überwachungsprogramm kann ebenfalls einen vorbestimmten Entscheidungsbaum ausführen.

Verschiedene weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden mit Leichtigkeit von der folgenden detaillierten Beschreibung der Erfindung und der Ausführungsformen davon, aus den Ansprüchen und aus den begleitenden Zeichnungen, in denen die Details der Erfindung vollständig und komplett offenbart sind, als Teil dieser Beschreibung offensichtlich werden. Es zeigt

Fig. 1A eine skizzenhafte Übersichtsdarstellung eines Industriewerkzeuges und einer Vorrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung, die damit verbunden ist;

Fig. 1B eine Blockdiagrammdarstellung der Vorrichtung der Fig. 1A;

Fig. 2 einen Schaltplan der analogen und digitalen Eingangsverarbeitungsschaltung, die mit der Vorrichtung von Fig. 1 verwendet werden kann;

Fig. 3 ein Gesamtflußdiagramm eines Überwachungsverfahrens entsprechend der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 ein Flußdiagramm einer bestimmten Priorisierungstechnik, die mit dem Verfahren der Fig. 3 verwendet werden kann;

Fig. 5 ein Beispiel einer Bildschirmanzeige, die einen normal verlaufenden Schweißvorgang anzeigt;

Fig. 6 eine Bildschirmanzeige, die einen Notunterbrechungszustand anzeigt;

Fig. 7 eine exemplarische, kontextabhängige Hilfsbildschirmdarstellung im Zusammenhang mit der Notunterbrechungsbildschirmanzeige der Fig. 6;

Fig. 8 eine Bildschirmanzeige eines beispielhaften Schaltplanes, der in Verbindung steht mit der Notunterbrechungsbildschirmanzeige der Fig. 6;

Fig. 9 eine beispielhafte Bildschirmanzeige, die verschiedene Teile darstellt, die vielleicht ersetzt werden müssen, um den Nothaltzustand des Bildschirms von Fig. 6 zu beheben;

Fig. 10 eine beispielhafte Bildschirmanzeige, die Programmierhilfeinformation erläutert; und

Fig. 11 eine beispielhafte Bildschirmanzeige, die die Parameter eines fortlaufenden, ordnungsgemäß funktionierenden industriellen Prozesses darstellt.

Während diese Erfindung in vielen verschiedenen Formen ausgeführt werden kann, werden hier in der

Zeichnung und in der Beschreibung detailliert bestimmte Ausführungsformen davon dargestellt, wobei festgestellt wird, daß die vorliegende Offenbarung als Beispiel der Prinzipien der Erfindung betrachtet werden muß und es nicht beabsichtigt ist, die Erfindung auf die spezifische Ausführungsform zu beschränken, die dargestellt ist.

Die Fig. 1A zeigt eine Gesamtansicht der Überwachungsvorrichtung 10 entsprechend der vorliegenden Erfindung. Fig. 1B ist ein Blockdiagramm der Vorrichtung 10, das verschiedene Details darstellt.

Die Vorrichtung 10 ist mit einer Steuereinheit 12 verbunden, die direkt den Betrieb einer beispielhaften automatischen Schweißeinheit U steuert. Die Einheit U ist ein Fließbandwerkzeug, das zur Herstellung von Teilen verwendet werden kann, welche eine Vielzahl von Schweißnähten erfordern. Natürlich können auch andere Arten von Industriewerkzeugen von der Vorrichtung 10 überwacht werden.

Die Vorrichtung 10 umfaßt Interface-Schaltungen und damit verbundene Logik-Schaltkreise 14, die es einem Überwachungscomputer 15 erlauben, sich an die Schweißsystemüberwachungseinheit 12 und die automatische Schweißeinheit U anzupassen und mit diesen zu kommunizieren. Der Überwachungscomputer 16 umfaßt ein Steuerprogramm, welches teilweise in dem Schreiblesespeicher 16a gespeichert ist. Das Steuerprogramm führt die Überwachungssequenz aus. Nurlesespeicher 16b und ein Prozessor 16c bilden ebenfalls einen Teil des Computers 16.

Ein Plattenlaufwerk 13 ist mit dem Computer 16 ebenso verbunden, wie ein Drucker 20 für die Herstellung von Ausdrucken. Eine Bildschirmanzeige 22 und eine Tastatur 24 sind ebenfalls mit dem Computer 16 verbunden, um visuelle Ausgaben und Eingaben von Hand zu ermöglichen.

Eine Datenverbindung 26 kann vorgesehen sein, so daß Informationen zu einem entfernten Computer oder einem dem Überwachungscomputer 15 entsprechenden Terminal übertragen werden können oder von diesem empfangen werden können. Auf diese Weise kann der Betrieb und die Leistung des Schweißsystems U von einer entfernten Stelle überwacht werden. Die überwachende Person in der Entfernung ist in der Lage, exakt den gleichen Satz von Bildschirmanzeigen zu sehen und die gleiche Information zu erhalten, die das Bedienungspersonal an der lokalen Bildschirmanzeige 22 zur Verfügung hat.

Eine Videokamera 28 kann zur Herstellung von Echtzeitbildern verwendet werden. Die Signale der Kamera 28 können lokal angesehen werden, oder können mittels der Kommunikationsverbindung 26 zu einer entfernten Einrichtung übertragen werden.

Die Vorrichtung 10 überwacht diejenigen Signale, die in der Steuereinheit 12 und dem Schweißsystem U vorhanden sein müssen, um eine zufriedenstellende Leistung sicherzustellen. Beispielsweise müssen folgende Signale vorhanden sein und die richtigen Werte aufweisen: Elektrische Signale, die Spannungen oder Ströme in Verbindung mit den verschiedenen elektronischen Schaltungen, Motoren, Bremsen, Kodierern, Tachometern, Servoverstärkern, verschiedenen unterschiedlichen elektrischen Relais, Schaltern, Sicherheitsschaltungen und Stop-Start-Schaltungen. Normalerweise sind bei einer Fehlfunktion der Maschine ein oder mehrere dieser Signale abwesend.

Die Signale werden in der Interface-Schaltung und der zugehörigen logischen Einheit 14 erkannt. Die Signale sind von zwei Arten, entweder analog oder digital.

Die Fig. 2 zeigt beispielhaft eine Verarbeitungs-Interface-Schaltung sowohl für einen Analogeingang als auch für einen Digitaleingang.

Digitale Signale werden als entweder EIN oder AUS oder 0 oder 1 dargestellt, und zeigen die Anwesenheit oder Abwesenheit einer bestimmten Spannung. Analogsignale zeigen die quantitative Stärke eines Signals im Gegensatz zu der Gegenwart oder dem Fehlen eines solchen. Bevor irgendein Signal überwacht werden kann, muß es für die Datenerfassungsschaltung meßbar gemacht werden.

Da einige Analogsignale nicht in dem Bereich sind, den die Datenerfassungsschaltung verarbeiten kann, werden diese Signale angepaßt; oft lediglich durch Amplitudenanpassung. Die Amplitude wird mittels der Schaltung 40 angepaßt, um die größtmögliche Auflösung zu erhalten, d. h., daß die maximale Spannungsabweichung des Signals dem maximalen Eingangsbereich des Analog/Digital-Wandlers entsprechen sollte.

Zusätzliche mathematische Verarbeitung kann durch die Schaltung 42 ausgeführt werden, wenn dies erforderlich ist. Wenn das Signal nicht angepaßt wird, bevor es an den Computer 16 weitergegeben wird, kann elektrisches Rauschen zwischen der Signalquelle und dem Computer die Signalerkennung stören. Deshalb können Filterschaltungen 44 zur Verbesserung der Signalcharakteristik verwendet werden.

Eine Anpassung von Digitalsignalen wird ebenfalls durchgeführt, um TTL-Signale mit schwacher Stromstärke zu überwachen, und um den Computer und die Datenerfassungsschaltungen von den ankommenden Signalen zu isolieren, um diese gegen hohe Spannungsspitzen zu schützen.

In den Fällen, in denen Sensoren Verwendung finden, um physikalische Phänomene, wie beispielsweise Gasdurchflußraten, Temperaturen, Abstände oder die jeweilige Geschwindigkeit des Schweißdrahtes zu überwachen, wandelt der Sensor diesen physikalischen Effekt in ein Analogsignal um, welches dann von einem Analog/Digital-Wandler gemessen wird. Die große Vielfalt der Signale, die überwacht werden muß, wird durch die Verwendung von standardisierten Ferneingangs-Ausgangsvorrichtungen erfüllt. Die zulässigen Signaltypen umfassen 500 mV bis 3, 12, 15, 24 Volt Gleichspannung, unterschiedliche Wechselspannungen, und physikalische Phänomene, wie beispielsweise Temperatur, Durchflußrate, Umdrehungszahl und Druck.

Wenn die entsprechenden Signale angepaßt worden sind und mit einer gewünschten Frequenz abgetastet worden sind, werden sie kombiniert und in den Computer 16 gebracht. Nachdem die ankommenden Signale einen Schnappschuß des Zustands der Schweißeinheit U zu einem bestimmten Zeitpunkt darstellen, ist die Rekonstruktion des Betriebszustandes der Einheit U in dem Computer 16 um so besser, je kürzer hintereinander diese Schnappschüsse in der Zeit genommen werden.

Das Abtasttheorem erfordert, daß Signale mit dem doppelten der höchsten zu überwachenden Signalfrequenz abgetastet werden. Die Vorrichtung 10 tastet die Signale mit einer minimalen Rate von einmal alle 2 Millisekunden.

den ab. Es müssen jedoch nicht alle Signale mit dieser hohen Rate abgetastet werden. Normalerweise wird anhand des Betriebszustandes der Maschine entschieden, welche Signale mit welcher Frequenz abgetastet werden.

Wenn die Meßschaltung beispielsweise erkennt, daß der Roboter-"Arm" in Betrieb ist, da dann ein eigenes Eingangssignal auf "EIN" steht, ignoriert sie Eingangsdaten, wie beispielsweise Endanschlagschalter und Referenzschalter, da deren Anwesenheit notwendig ist, damit das "Arm in Betrieb"-Signal vorhanden ist. Gleichmaßen werden die mit dem Schweißvorgang verbundenen Signale überprüft, wenn das Signal, das das Vorhandensein eines Schweißlichtbogens darstellt, festgestellt wird, und gleichzeitig können andere Signale der Roboterschaltungen ignoriert werden, da diese anwesend sein müssen, damit die oben genannte Bedingung existiert. Dies ist beispielsweise angemessen für Überwachungssignale von der Schweißeinheit U.

Zur Verbesserung der Flexibilität kann die Abtastfrequenz der Vorrichtung 10 geändert werden. Bestimmte Signale werden in Abhängigkeit von ihren Charakteristiken schneller abgetastet als andere. Die Abtastrate kann auf diese Weise in Echtzeit angepaßt werden, abhängig von dem Signal, welches abgetastet wird.

Wenn die Signale mit der gewünschten Frequenz abgetastet worden sind, werden sie entweder in der Interface-Schaltung 14 oder in dem Computer 16 analysiert. Manchmal liefert die Schaltung 14 einen Teil der Analysefunktion und der Computer 16 vollendet sie.

Um Echtzeitverarbeitung zu ermöglichen, wird ein schneller 80386-Mikrocomputer mit mathematischem Co-Prozessor verwendet. Bei Anwendungen mit relativ geringerer Geschwindigkeit, die ein Abtasten und Ergänzen der Daten ein- oder zweimal pro Sekunde erfordern, würde ein billiger PC vom XT-Typ genügen.

Die abgetasteten Signale werden dann manipuliert und analysiert, um den Betrieb der Robotereinheit U zu beurteilen und vorherzusagen. Das gegenwärtige Verfahren behandelt die eingehenden Digitalsignale als entweder EIN oder AUS, oder 1 und 0. Analogsignale werden in Abhängigkeit von ihrer quantitativen Stärke oder ihrem Wert behandelt.

Fig. 3 zeigt ein Flußdiagramm für einen Überwachungsvorgang in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung. In einem Anfangsschritt 50 wird ein normaler Arbeitsbildschirm auf der Anzeigeeinheit 22 dargestellt. Dieser liefert Information an das Bedienungspersonal im Hinblick auf die ablaufende Verarbeitung und die Werte, die im Zusammenhang stehen mit den verschiedenen Prozeßparametern.

In einem Schritt 52 werden sowohl analoge als auch digitale Eingangssignale gemessen. Diese werden in einer Schaltung von der Art, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist, in einem Schritt 54 verarbeitet.

In Schritt 56 werden die verarbeiteten Signale mit einer geeigneten Abtastrate abgetastet, wenn nötig. Die Schritte der Messung, Verarbeitung und Abtastung finden kontinuierlich statt.

Die abgetasteten Signale werden zusammen mit gemessenen und verarbeiteten Digitalsignalen dann kombiniert und in einem Schritt 58 mit einer Priorität versehen, um das Problem mit der höchsten Priorität herauszufinden, wenn es eines gibt. In einem Schritt 60 wird dann eine Bildschirmanzeige ausgewählt und dargestellt, die mit dem Problem zusammenhängt, welches derzeit die höchste Priorität genießt. Zu diesem Zeitpunkt kann das Bedienungspersonal Eingaben machen, die andere Bildschirmanzeigen auswählen, die erforderlich sind, um das Problem zu lösen. Die Auswahl umfaßt Bildschirmanzeigen mit Erklärungstexten oder Schaltbildern.

In einem Schritt 62 wird der nächste Bildschirm in Abhängigkeit von den Eingaben des Bedienungspersonal angezeigt. In dem Schritt 62 kann das Bedienungspersonal durch eine Vielzahl von verschiedenen Bildschirmanzeigen durchgehen, die zum Zwecke der Bestimmung des gegenwärtigen Problems und eines Lösungsweges nützlich sein können.

Sobald das Problem gelöst worden ist, kehrt das System zu dem Schritt 58 zurück, und zeigt diejenige Bildschirmanzeige, die mit dem dann mit höchster Priorität versehenen Problem verbunden ist, und der Prozeß wird wiederholt. Sobald alle Probleme gelöst worden sind und die Einheit sich in Betrieb befindet, kehrt das System zu dem Schritt 50 zurück und zeigt den normalen Arbeitsbildschirm.

Fig. 4 erläutert ein Flußdiagramm eines Verfahrens zur Priorisierung der Eingangssignale. In einem Schritt 70 überprüft das System nach Eintritt in den Prioritätsvergabeprozess, ob abhängig von dem derzeitigen Satz von abgetasteten analogen und digitalen Eingangsdaten das Problem mit höchster Priorität vorhanden ist. Wenn das der Fall ist, kehrt das System zu dem Schritt 60 zurück und zeigt eine Bildschirmanzeige, die mit diesem speziellen Problem in Verbindung steht.

Wenn das Problem mit der höchsten Priorität nicht vorhanden ist, überprüft die Vorrichtung 10 in einem Schritt 72 das Problem mit der nächstniedrigeren Priorität. Wenn dieses Problem vorhanden ist, kehrt die Vorrichtung zu dem Schritt 60 zurück und zeigt Bildschirmanzeigen, die mit der Lösung dieses Problems in Verbindung stehen.

Ist auch dieses Problem abwesend, entscheidet die Vorrichtung 10 in einem Schritt 74, ob sie vollständig durch den Problementscheidungsbaum durchgegangen ist. Wenn nicht, kehrt sie zu dem Schritt 72 zurück, und entscheidet, ob das Problem mit der nächst niedrigeren Priorität vorhanden ist. Wenn der Entscheidungsbaum vollständig durchlaufen ist, verläßt ihn die Vorrichtung und kehrt zu dem Schritt 50 zurück.

Fig. 5 erläutert einen typischen oder repräsentativen normalen Arbeitsbildschirm, wie er in dem Schritt 50 angezeigt wird. Wie in Fig. 5 dargestellt, wird ein Bild der Schweißeinheit U und der Hilfsausrüstung angezeigt. Auf der linken Seite des Bildschirms von Fig. 5 werden laufende und frühere Werte der verschiedenen interessanten Parameter über die Servoantriebe der Schweißeinheit U angezeigt.

Fig. 6 zeigt eine Bildschirmanzeige, wie sie in Schritt 60 in Reaktion auf das Erkennen eines Nothaltzustandes angezeigt wird. Der erkannte Nothalt war auf eine Kollision des Schweißbrenners mit einem Teil des Werkstücks oder der damit verbundenen Ausrüstung zurückzuführen.

In der unteren linken Ecke der Fig. 6 ist eine Vielzahl von Tasten angezeigt. Jede dieser Tasten zeigt wiederum verschiedene weitere Bildschirmanzeigen, die dem Bedienungspersonal in Abhängigkeit davon, welche Taste ausgewählt wird, zur Verfügung stehen.

Abhängig von der Taste, die auf der Tastatur 24 vom Bedienungspersonal niedergedrückt wird, kann in dem Schritt 62 eine kontextabhängige Hilfsanzeige am Bildschirm dargestellt werden, wie in Fig. 7 erläutert. Alternativ kann ein elektrischer Diagnoseschaltplan dargestellt werden, wie er in Fig. 8 gezeigt wird. Andere Arten von nicht normalen Bedingungen werden dem Bedienungspersonal abweichende Kombinationen von zusätzlichen

Bildschirmanzeigen zur Auswahl liefern. Fig. 9 zeigt eine Ersatzteillisten-Bildschirmanzeige, die zum Zwecke der Reparatur eines beschädigten oder fehlerhaften Teils angezeigt werden kann. Fig. 10 zeigt einen Programmierhilfebildschirm, wie er in dem Fall verwendet werden kann, in dem der Reparaturvorgang es erforderlich macht, die Programmierung der Steuereinheit 12 zu ändern.

Sobald die Ursache für den Nothalt gefunden worden ist, und das Problem gelöst worden ist, wird die Vorrichtung 10 entweder zu dem Schritt 50 zurückkehren, und eine normale Arbeitsbildschirmanzeige zeigen, oder zu dem Schritt 48 zurückkehren, und eine Bildschirmanzeige zeigen, die zu dem Problem gehört, das die nächstniedrigere Priorität genießt und gelöst werden muß.

Zusätzlich zu der Überwachung von Störfällen kann die Vorrichtung 10 auch den fortlaufenden Schweißprozeß überwachen und kontinuierliche Echtzeitinformation im Hinblick auf die Parameter dieses Prozesses an das Bedienungspersonal liefern. Fig. 11 zeigt eine typische Bildschirmanzeige, wie sie für das Bedienungspersonal angezeigt wird, während der Schweißvorgang weiterläuft.

Kritische Parameter werden in Echtzeit überwacht und alle Abweichungen von den vorgegebenen Werten, die über einen Toleranzbereich hinausgehen, führen zur Erzeugung eines Alarms. Auf diese Weise wird eine strikte Kontrolle der Parameter des fortgesetzten Verfahrens erhalten.

Es ist verständlich, daß die Vorrichtung 10 nicht auf die Überwachung eines Schweißvorganges beschränkt ist. Sie kann mit jeder Art von industriellen Verfahren verwendet werden, welches eine Vielzahl von Signalen erzeugt und welches ein oder mehrere Probleme haben kann, die entstehen können und zu einer Unterbrechung des Prozesses führen können.

Ein alternativer beispielhafter Prozeß zur Analyse der Signale von einer Nothaltschaltung in der Einheit U würde eine bestimmte Anzahl von Signalen überwachen, um die Ursache des Problems zu bestimmen. Wie in Tabelle 1 angegeben, werden acht in Serie geschaltete digitale Signale einer typischen Nothaltschaltung überwacht. Diese Signale sind mit 0 bis 7 nummeriert.

Tabelle 1

INPUT 0	Kollisionsdetektor
INPUT 1	Nothalt — extern 1
INPUT 2	Nothalt — Tür
INPUT 3	Nothalt — extern 2
INPUT 4	Nothalt — PHG
INPUT 5	Nothalt — extern 3
INPUT 6	Nothalt — Druckschalter
INPUT 7	betriebsbereit.

Nachdem jedes Signal digital ist, wird es entweder als 0 oder 1 dargestellt. Das Analyseverfahren bewertet diese Signale auf folgende Weise. Für die oben genannte Analyse wird die EIN-Bedingung invertiert und als 0 behandelt und die AUS-Bedingung wird dementsprechend als 1 behandelt.

Ein typischer Algorithmus zur Implementierung der oben erwähnten Logik mit Boolescher Algebra und die spezielle Softwareform, die dieser annimmt, ist im folgenden beschrieben. Das folgende Programm erklärt die Analyse, die durchgeführt wird, um zu entscheiden, welche der acht Eingangsdaten die Ursache der Fehlfunktion ist.

```

      IF ((input0 or input1) XOR (input2 AND input3
AND input4 AND
      input5 AND input6 AND input7)) THEN
      { Display the required screens and
      activate operator input}
      SHOW FIGURE-EXTERNALLY;
      ELSE
      IF ((input0 or input1 or input2) XOR (input3 and
input4 AND
      input5 AND input6 AND input7)) THEN
      SHOW FIGURE-DOOR;
      ELSE
      IF ((input0 OR input1 OR input2 OR input3) XOR
(input4 AND
      input5 AND input6 AND input7)) THEN
      SHOW FIGURE-EXTERNAL2;
      ELSE
      IF ((input0 OR input1 OR input2 OR input3 OR
input4) XOR (input5 AND input6 AND input7)) THEN
      SHOW FIGURE-PHG;
      ELSE
      IF ((input0 OR input1 OR input2 OR input3 OR
input4 OR
      INPUT5) XOR (input6 AND input7)) THEN
      SHOW FIGURE-EXTERNAL3;
      ELSE
      O
      O
      O
      O
      ENDIF
      ENDIF;
      ENDIF;
      ENDIF;
      ENDIF;

```

Angenommen, daß das Signal INPUT 2, Nothalt, Tür ausfällt. Der Verlust von Signal 2 verursacht den Verlust aller nachfolgender Signale und auf diese Weise wird vielleicht eine Vielzahl von Nothaltbedingungen angezeigt. Zur Identifizierung, daß das Signal Nr. 2 verloren oder 0 ist, könnte eine Analyse mit Boolescher Algebra in drei Schritten verwendet werden.

In Schritt 1 werden die Eingangswerte 0 bis 2 logisch oder-verknüpft:  
Schritt 1 = (input 0 OR input 1 OR input 2).

In Schritt 2 werden die Eingangswerte 3—7 und-verknüpft:  
Schritt 2 = (input 3 AND input 4 AND input 5 AND input 6 AND input 7).

In Schritt 3 werden die Ergebnisse der Bool'schen Algebra von Schritt 1 und Schritt 2 mit Exklusivoder verknüpft. Das Ergebnis wird ein binäres Signal sein, welches die Anwesenheit der betreffenden imaginären Bedingung anzeigt.

Wenn das Signal 2 verlorengeht, wird das Ergebnis des ersten Schrittes 1 oder WAHR, und das Ergebnis des zweiten Schritts wird 0 oder falsch. Dadurch wird das Ergebnis von Schritt 3 1 oder WAHR und zeigt auf diese Weise den Verlust des Signals Nr. 2 an.

Auf gleiche Weise würde der Vorgang zur Überprüfung des Verlustes des Signals Nr. 5 folgendermaßen aufgebaut:

In Schritt 1 werden die Eingangsdaten 0—4 logisch oder-verknüpft:  
Schritt 1 = (input 0 OR input 1 OR input 2 OR input 3 OR input 4).

In Schritt 2 werden die Eingangsdaten 5—7 und-verknüpft:  
Schritt 2 = (input 5 AND input 6 AND input 7).

In Schritt 3 werden die Booleschen Ergebnisse von Schritt 1 und Schritt 2 mit Exklusivoder verknüpft. Das Ergebnis wird ein binäres Signal sein, welches die Gegenwart der betreffenden Notfallbedingung anzeigt.

Dieser Analyseprozeß kann teilweise in der Interface-Schaltung 14 und teilweise in dem Prozessor 16c implementiert werden. Alternativ kann er natürlich auch vollständig im Prozessor 16c implementiert werden.

Sobald festgestellt worden ist, daß ein Signal verloren worden ist, wird ein neuer Bildschirm in dem Schritt 60 automatisch angezeigt, der das Problemfeld angibt. Wenn beispielsweise der Kollisionssensor mitteilt, daß sich eine Kollision ereignet hat, wird der entsprechende Bildschirm, beispielsweise Fig. 6, angezeigt, der das Problem



angibt. Dann kann die Bedienungskraft, wie oben beschrieben, das begleitende Menü benutzen, um die Vorrichtung zu befragen und Hilfe in den Schritten zur Lösung des Problems (Fig. 7) zu erhalten, um die entsprechenden elektrischen Schaltbilder und Meßpunkte (Fig. 8) zu sehen, oder eine entsprechende Ersatzteilliste (Fig. 9) zu erhalten. Die Bildschirmanzeige, die das Problem angibt, bleibt angezeigt, bis das Problem gelöst ist. Die

Vorrichtung 10 kann außerdem einen Alarm auslösen, um das Ereignis anzuzeigen.  
Ein beispielhafter Alarmbildschirm ist in Tabelle 2 dargestellt. Dieser Alarmbildschirm kann ausgedruckt und in dem Speicher des Computers abgespeichert werden. Da all diese Information auch an einem entfernten Platz erhalten werden kann, kann eine entfernte Service-Abteilung leicht den Zustand von Robotersystemen an unterschiedlichen geographischen Orten sehen und überwachen.

Tabelle 2

<u>TIME</u>	<u>VARIABLE</u>	<u>DESCRIPTION</u>	<u>NOTES</u>
9:37:47 AM	ESTOP-1	EMERGENCY STOP 1; POSSIBLY COLLISION SENSOR	COLLISION SENSOR FAILED
9:45:12 AM	ESTOP-1	EMERGENCY STOP 1; POSSIBLY COLLISION SENSOR	COLLISION SENSOR OK!
9:50:15 AM	ARCIGN1	WELDING ARC IGNITED	ARC ON
9:52:10 AM	ARNIGN1	WELDING ARC OFF WIREFEED: 330 IPM; VOLTAGE: 31 v; SEANTRK ON SEANTRK (3,4,12,17); ARC ON TIME: 1M 55S	ARC OFF
12:42:23 PM	5VPSUL	5 V POWER SUPPLY UNIT; POSSIBLY LOW	5V SUPPLY LOW; 5.1 V
12:50:54 PM	5VPSUHL	5 V POWER SUPPLY UNIT: AS SET	5V SUPPLY OK: 5.31 V

Aus der vorstehenden Beschreibung ergibt sich, daß verschiedenste Veränderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne von der Idee und dem Umfang der Erfindung abzuweichen. Es ist festzustellen, daß keine Beschränkung im Hinblick auf die spezifische Vorrichtung, die hierin beschrieben ist, beabsichtigt ist oder unterstellt werden sollte. Natürlich wird versucht, mittels der anliegenden Ansprüche alle Modifikationen abzudecken, die innerhalb des Schutzbereichs der Ansprüche fallen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Unterstützung des Bedienungspersonals zur Überwachung eines fortlaufenden Industrieprozesses, der eine Vielzahl von elektrischen Ausgangssignalen erzeugt, gekennzeichnet durch:  
eine Vorrichtung zur Messung der Vielzahl von elektrischen Ausgangssignalen;  
einer Vorrichtung, die mit der Meßvorrichtung verbunden ist, zur Verarbeitung der gemessenen elektrischen Signale;  
eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Priorität von Störungszuständen aus den verarbeiteten Signalen;  
eine Vorrichtung zur Auswahl einer vorab gespeicherten Bildschirmanzeige, die mit dem Störungszustand verbunden ist, der die höchste Priorität genießt und zur Anzeige der ausgewählten Bildschirmdarstellung;  
und  
eine Vorrichtung, die aufgrund einer Eingabe des Bedienungspersonals eine andere Bildschirmdarstellung auswählt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zur Speicherung einer Vielzahl von vorherbestimmten Bildschirmanzeigen, die jeweils mit verschiedenen potentiellen Störungszuständen verbunden sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur Feststellung der Priorität Vorrichtungen zur Abarbeitung eines Entscheidungsbaums umfaßt, um so zu entscheiden, welche von einer Vielzahl von Störungszuständen die höchste Priorität aufweist.
4. System zur Überwachung einer Vielzahl von Eingangsdaten, die einen fortlaufenden Industrieprozess betreffen, gekennzeichnet durch:  
Vorrichtungen zur Messung einer Vielzahl von Eingangsdaten, die verschiedenen Prozeßzuständen entsprechen;  
Vorrichtungen, die mit diesen Meßvorrichtungen verbunden sind, und zur Verarbeitung der Eingangsdaten dienen;  
Vorrichtungen, die mit den Verarbeitungsvorrichtungen verbunden sind, und zur Analyse und Prioritätsvergabe der verarbeiteten Eingangsdaten dienen und Vorrichtungen zur Identifizierung des Zustandes mit der



- höchsten Priorität umfassen;  
 Vorrichtungen, die mit der Analyse und Prioritätsvergabevorrichtung verbunden sind und auf diese reagieren und ein Anzeichen erzeugen, welches den Stöorzustand mit der höchsten Priorität identifiziert.
5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Analyse und Prioritätsvergabevorrichtung eine Vorrichtung mit Entscheidungsbaum umfaßt, die zur Identifizierung der Störbedingung mit der höchsten Priorität dient. 5
6. System nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zur automatischen Verbindung einer den Störfall identifizierenden, vorab gespeicherten Textmeldung mit dem Anzeichen.
7. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Vorrichtung zur visuellen Anzeige einer Darstellung des Anzeichens umfaßt. 10
8. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Vorrichtung zur periodischen Einleitung des Analysierens und Priorisierens umfaßt.
9. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Vorrichtung zur Speicherung von Anzeichen umfaßt, die während des Prozesses verbrauchte Betriebsstoffe wiedergeben.
10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß Vorrichtungen zur automatischen Anzeige einer Darstellung von zumindest einigen der verbrauchten Betriebsstoffe vorgesehen ist. 15
11. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Kommunikationsvorrichtung umfaßt, die zur Übertragung bestimmter Informationen an entfernte Orte dient.
12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Videokamera umfaßt, die mit der Übertragungsvorrichtung verbunden ist. 20
13. Vorrichtung, die dazu dient, Information zur Unterstützung des Bedienungspersonals in Abhängigkeit von Alarmzuständen bei einem Industriewerkzeug zu liefern, welches in einer im wesentlichen automatischen Betriebsart betrieben werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung folgendes umfaßt:  
 Schaltungen zur Messung einer Vielzahl von Eingangsdaten aus dem Werkzeug;  
 Schaltungen zur Verarbeitung von zumindest einigen der Eingangsdaten und zur Erzeugung elektrischer Darstellungen davon; 25  
 Schaltungen, die mit den Verarbeitungsschaltungen verbunden sind und zur Abarbeitung eines vorgeschalteten Entscheidungsbaumes und zur Identifizierung eines Alarmzustandes für das Werkzeug dienen, welcher die höchste Priorität aufweist;  
 Schaltungen, die in Abhängigkeit von der Ausführungsschaltung eine Darstellung des Alarmzustandes liefern. 30
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung, die mit der Schaltung zur Lieferung einer Darstellung verbunden ist und zur Speicherung von Reihen von Schirmbildern dient, die zu verschiedenen Alarmzuständen gehören.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch eine von Hand bedienbare Vorrichtung für Eingaben des Bedienungspersonals, die mit den Schaltungen zur Erzeugung einer Darstellung verbunden sind, und zur Auswahl unter Schirmbildern dienen, die zu einem festgestellten Alarmzustand gehören. 35
16. System zur Überwachung einer Vielzahl von Eingangsdaten, die einen fortlaufenden industriellen Prozeß bezeichnen, gekennzeichnet durch:  
 Vorrichtungen zur Messung einer Vielzahl von Eingangsdaten, die verschiedene Prozeßbedingungen bezeichnen; 40  
 Vorrichtungen, die mit den Meßvorrichtungen in Verbindung stehen und zur Verarbeitung der Eingangsdaten dienen;  
 Vorrichtungen, die mit der Verarbeitungsvorrichtung verbunden sind, und zur Analyse und Prioritätsvergabe der verarbeiteten Eingangssignale dienen, und die Vorrichtungen umfassen, die den Störungszustand identifizieren, der die höchste Priorität genießt; 45  
 Vorrichtungen, die mit den Analyse- und Priorisierungsvorrichtungen verbunden sind und im Zusammenwirken damit ein Anzeichen erzeugen, welches den Stöorzustand mit der höchsten Priorität identifiziert.
18. System nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch Vorrichtungen zur automatischen Verbindung einer den Stöorzustand identifizierenden, vorab gespeicherten Textmitteilung mit dem Anzeichen. 50
19. System nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch Vorrichtungen zur visuellen Anzeige einer Darstellung des Anzeichens.
20. System nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch Vorrichtungen zur periodischen Auslösung der Analyse und Priorisierung.
21. System nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch Vorrichtungen zur Speicherung von Anzeichen, die die während des Prozesses verbrauchten Betriebsstoffe wiedergeben. 55
22. System nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch Vorrichtungen zur automatischen Anzeige einer Darstellung von zumindest einigen der verbrauchten Betriebsstoffe.
23. System nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßvorrichtungen Vorrichtungen zur Änderung der Meßrate von einem oder mehrerer der Eingangsdaten umfaßt. 60
24. Vorrichtung, die dazu dient, bei einem Industriewerkzeug, welches in einer im wesentlichen automatischen Betriebsart betrieben werden kann, Informationen zur Unterstützung des Bedienungspersonals in Abhängigkeit von Alarmzuständen zu liefern, gekennzeichnet durch:  
 Schaltungen zur Messung einer Vielzahl von Eingangsdaten von dem Werkzeug;  
 Schaltungen zur Verarbeitung von zumindest einigen dieser Eingangsdaten und zur Erzeugung elektrischer Darstellungen davon; 65  
 Schaltungen zur Abarbeitung eines vorab gespeicherten Entscheidungsbaums und zur Identifizierung des Alarmzustandes mit der höchsten Priorität für das Werkzeug; und

Schaltungen, die im Zusammenwirken mit den Abarbeitungsschaltungen eine Darstellung des Alarmzustandes liefern.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßvorrichtung eine Vorrichtung zur Veränderung einer Meßrate für ein oder mehrere der Eingangsdaten in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Werkzeugs umfaßt.

26. Verfahren zur Lieferung von Information an das Bedienungspersonal, um dieses bei der Feststellung eines Störungszustandes in einem industriellen Prozeß zu unterstützen, der eine Vielzahl von elektrischen Signalen liefert, gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:

Messung der Vielzahl von elektrischen Signalen;

Verarbeitung der Vielzahl von elektrischen Signalen;

Erkennung des Vorhandenseins von einem oder mehreren Störungszuständen, die in Verbindung mit dem Prozeß auftreten können;

automatische Herstellung einer Prioritätsentscheidung unter den erkannten Störungszuständen;

Auswahl des Störungszustandes mit der höchsten Priorität; und

Anzeigen von Information zur Unterstützung des Bedienungspersonals, die zu dem ausgewählten Störungszustand gehört.

27. Verfahren nach Anspruch 26, gekennzeichnet durch das Empfangen von Eingaben des Bedienungspersonals zur Auswahl unterschiedlicher Informationen für die Anzeige.

28. Verfahren nach Anspruch 26, gekennzeichnet durch die Speicherung einer Vielzahl von anzeigbaren Schirmbildern mit Informationen zur Unterstützung des Bedienungspersonals.

29. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Prioritätsbewertungsschritt das Durchlaufen durch einen vorherbestimmten Entscheidungsbaum umfaßt.

30. Verfahren zur Überwachung einer automatischen Fertigungsschweißeinrichtung, die eine Vielzahl von Signalen mit Zustandsangaben liefert, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

Anpassen von ausgewählten zustandsanzeigenden Signalen;

Analysieren vorbestimmter Kombinationen der angepaßten Signale zur Erkennung des Auftretens von denjenigen Kombinationen, die die Notwendigkeit eines Eingriffs des Bedienungspersonals anzeigen;

Abarbeiten eines Entscheidungsbaumes in Abhängigkeit von dem Analyseschritt, um zu bestimmen, auf welche Kombination das Bedienungspersonal als nächstes reagieren sollte; und

Anzeigen einer grafischen Mitteilung zur Unterstützung des Bedienungspersonals, die zumindest teilweise vorab gespeichert ist und die zu der nächsten Kombination gehört, auf die das Bedienungspersonal reagieren sollte.

31. Verfahren nach Anspruch 30, gekennzeichnet durch die Speicherung von Darstellungen von aus den angepaßten Signalen ausgewählten Signalen, die eine Beurteilung der Leistung der Schweißeinheit erlauben; und selektive Lieferung von für das Bedienungspersonal sichtbaren Anzeigen der gespeicherten Darstellungen.

32. Verfahren zur Überwachung eines fortgesetzten industriellen Prozesses mit einer Vielzahl von damit verbundenen Parametern, gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:

Messung von ausgewählten Parametern;

Analysieren der gemessenen Parameter zur Bestimmung der Gegenwart von einem oder mehreren Störungszustände;

Vergabe von Prioritäten an die einzelnen Störungszustände;

Verbindung des Störungszustandes mit der höchsten Priorität mit einer aus einer Vielzahl von Bildschirmanzeigen zur Unterstützung des Bedienungspersonals;

Anzeige des einen verbundenen Schirmbilds.

33. Verfahren nach Anspruch 32, gekennzeichnet durch die Aufzeichnung von Werten von ausgewählten Parametern während des Prozeßablaufs.

34. Verfahren nach Anspruch 32, gekennzeichnet durch die Anzeige von zumindest einer grafischen Darstellung von ausgewählten Parametern des fortlaufenden Prozesses.

35. Verfahren nach Anspruch 32, gekennzeichnet durch die Entgegennahme von Eingaben des Bedienungspersonals aufgrund des verbundenen und dargestellten Schirmbilds.

36. Verfahren nach Anspruch 35, gekennzeichnet durch Analysieren der empfangenen Eingaben vom Bedienungspersonal; und Anzeigen eines anderen Schirmbildes zur Unterstützung des Bedienungspersonals in Abhängigkeit von der Analyse.

37. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Verfahrensschritt der Prioritätszuordnung die Ausführung eines vorherbestimmten Entscheidungsbaumes umfaßt.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1A

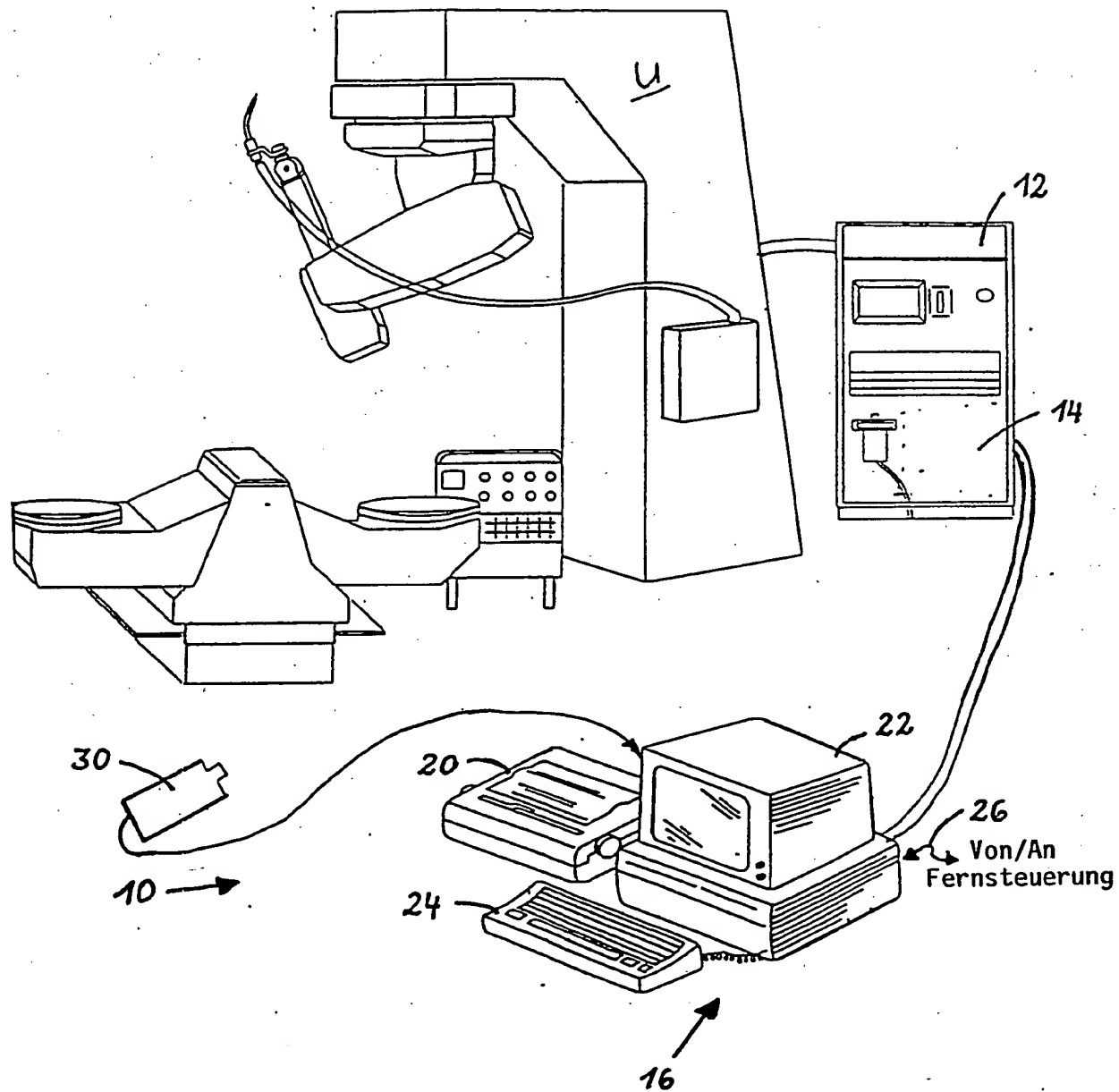


Fig. 1B

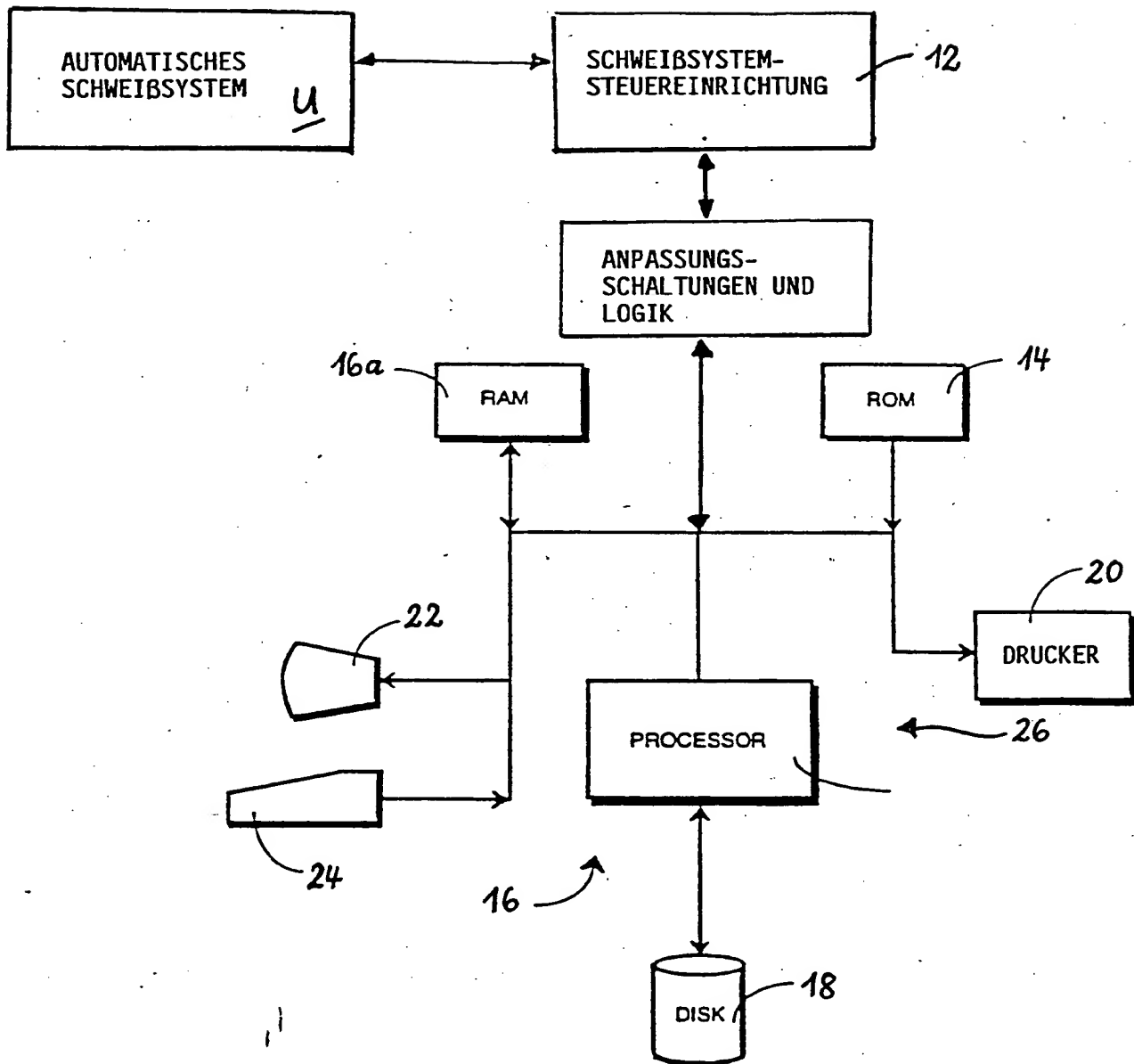


Fig. 2

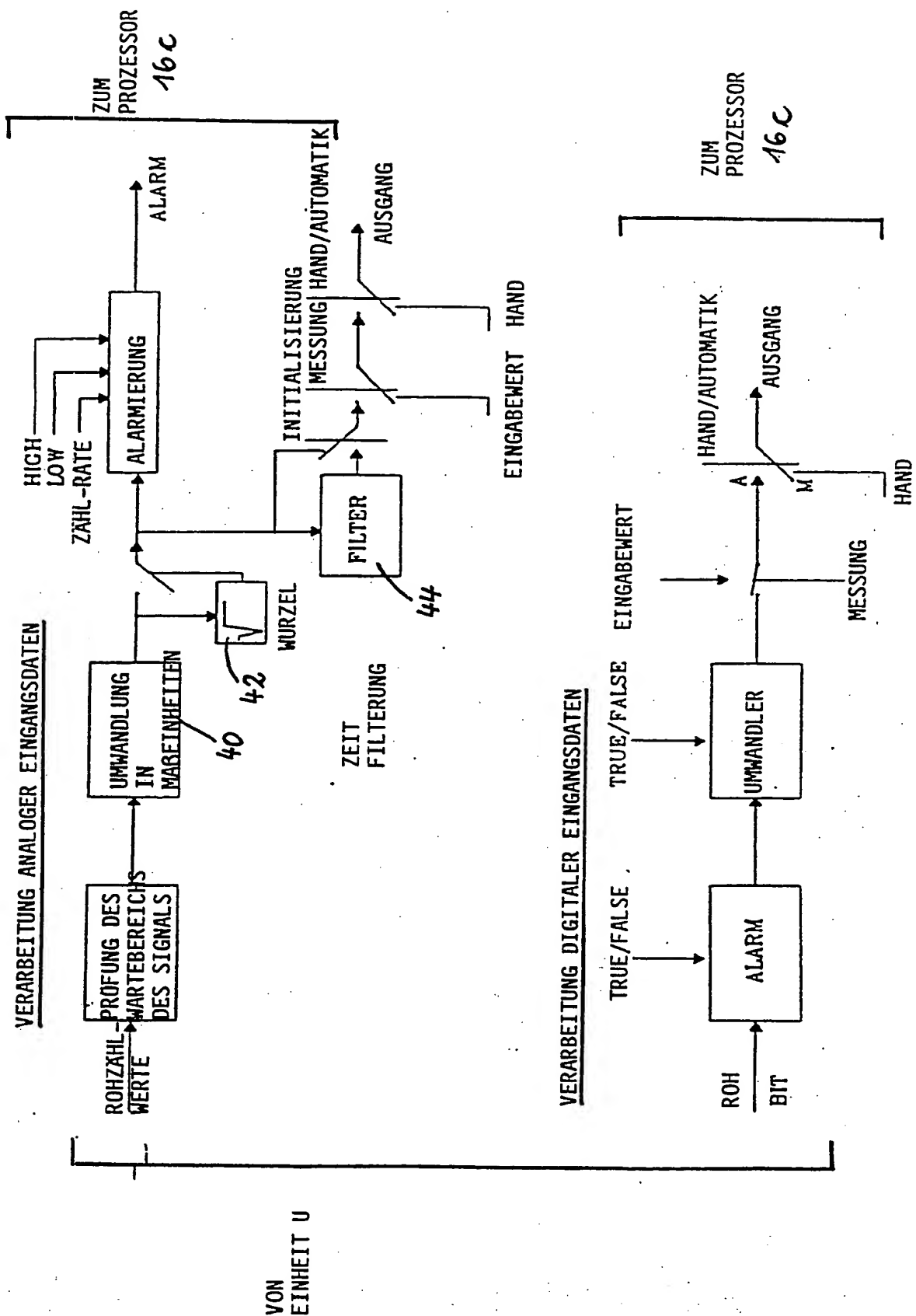


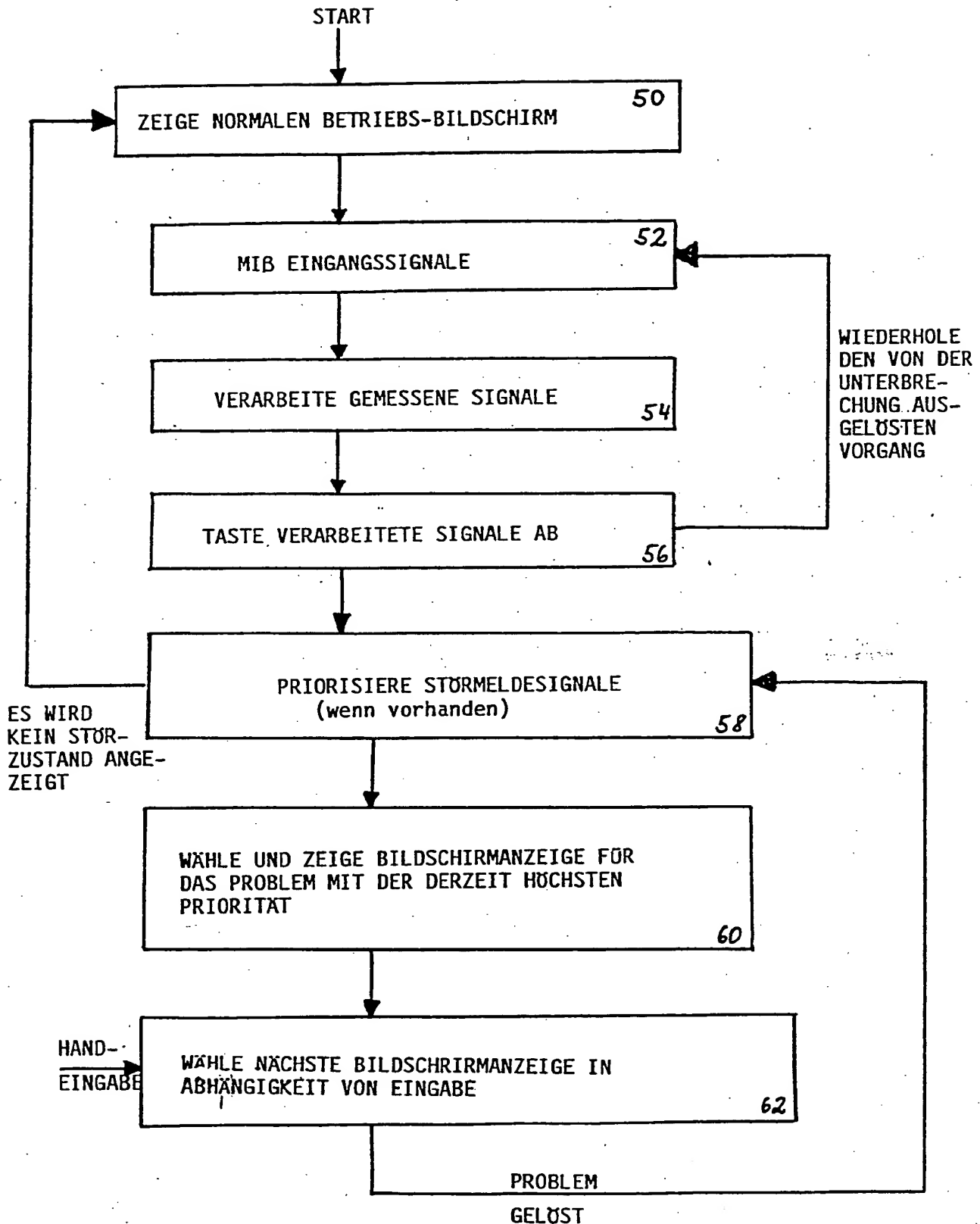
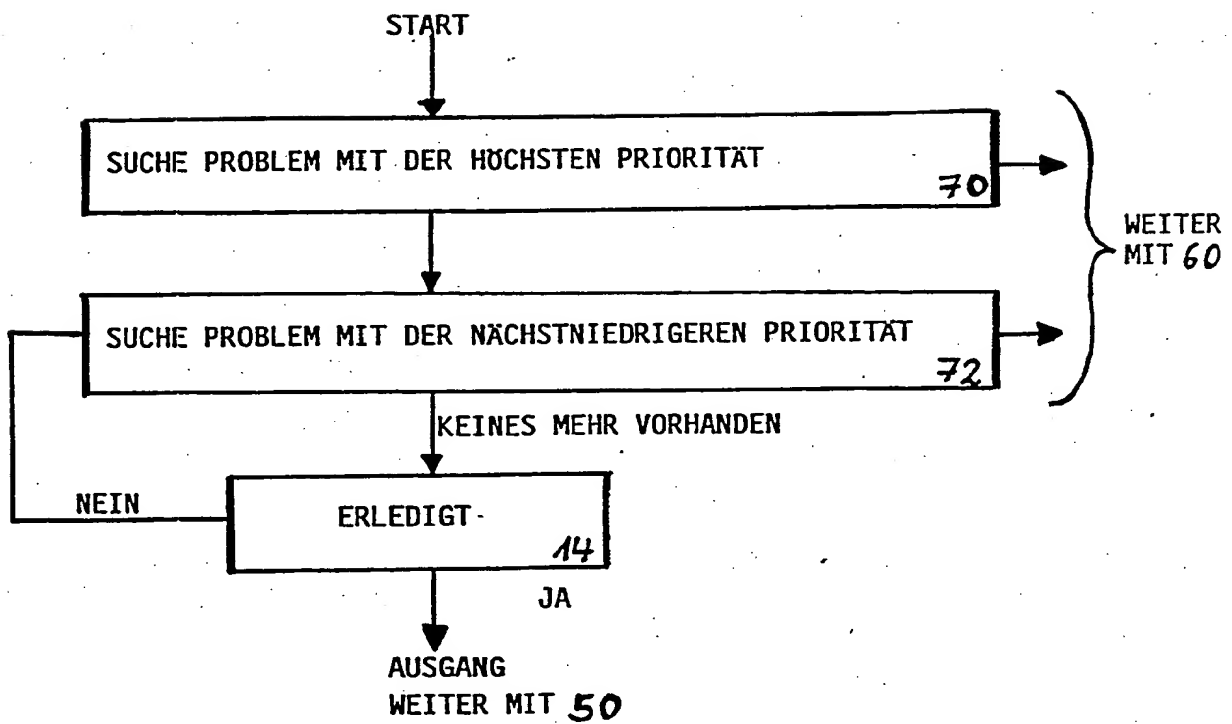
Fig. 3

Fig. 4





Nummer:  
Int. Cl.5:  
Offenlegungstag:

DE 42 34 654 A1  
G 03 F 15/46  
21. April 1994

Fig. 5

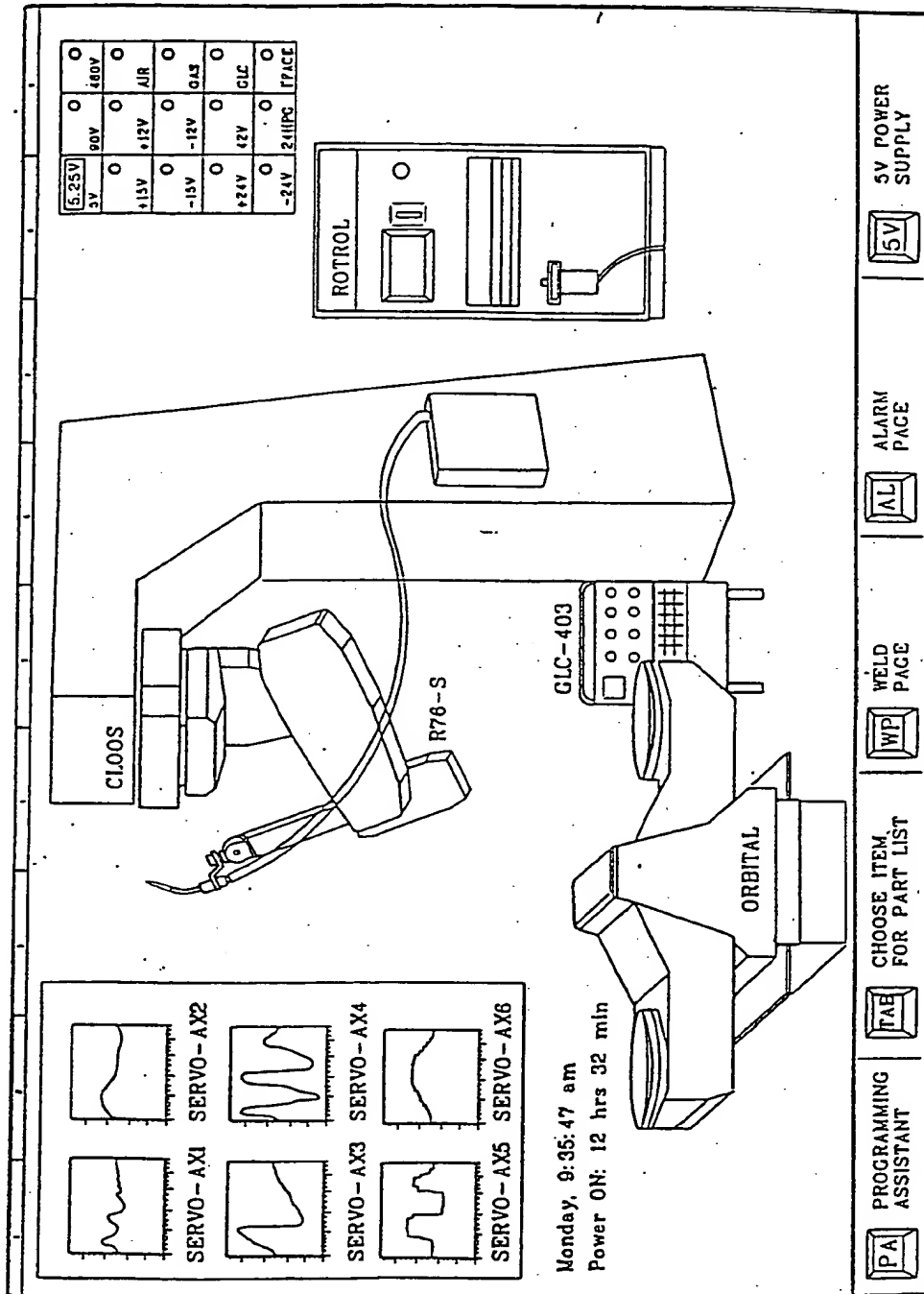


Fig. 6

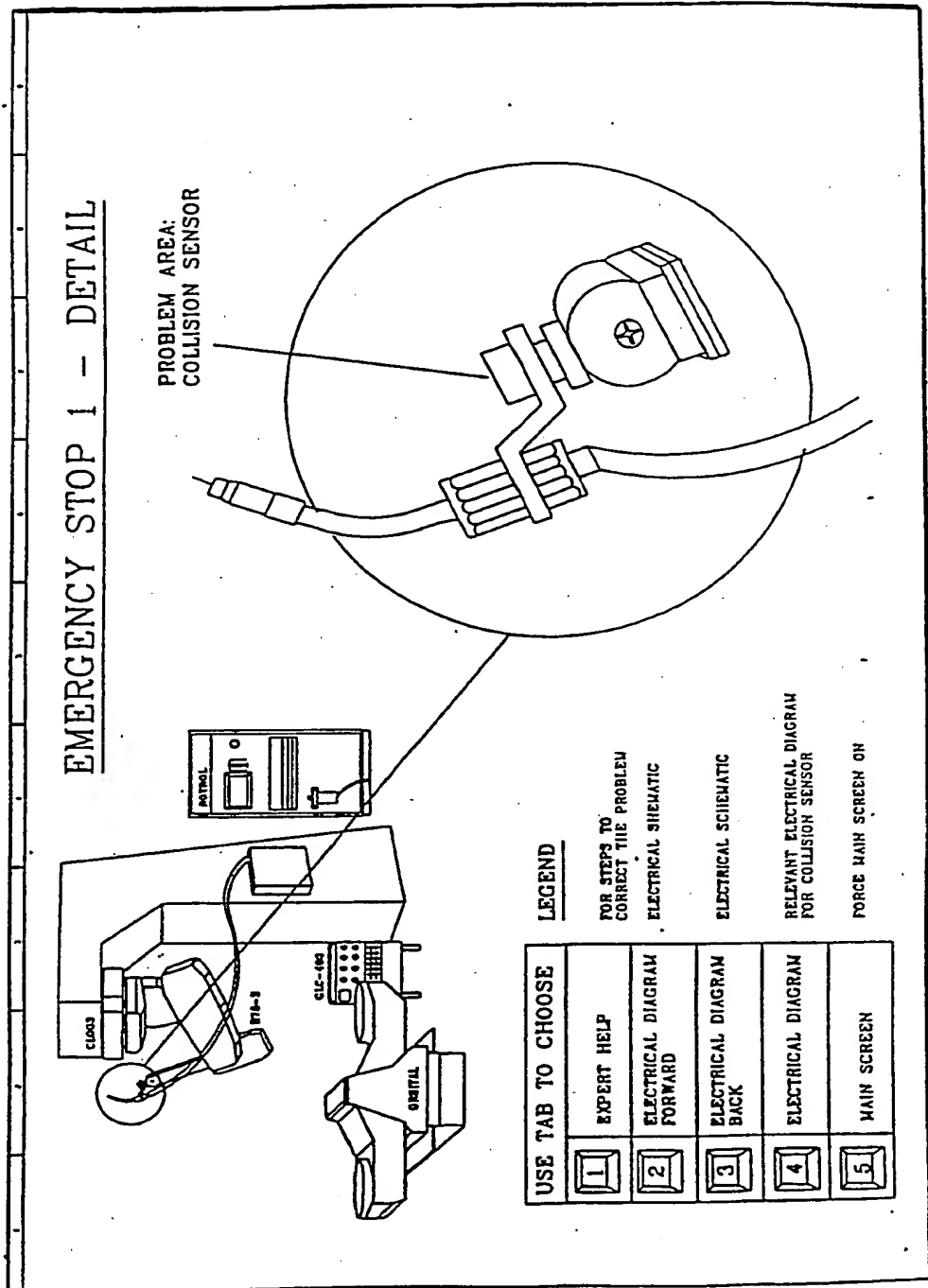


Fig. 7

CLOOS Context Sensitive Help - 1

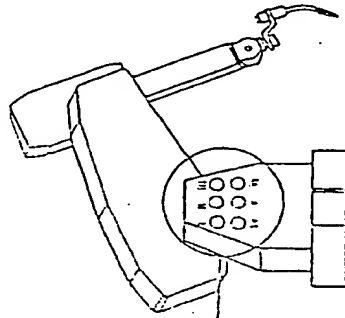


FOR PREVIOUS  
SCREEN

1. Please check to see if the torch has crashed into the part. If this is the case, relieve the torch by pressing on the brake release buttons on the side of the robot.

Subsequently, the "Ready  
for Operation" light  
should come ON.

Drake Release  
Axis 1-6



ROMAT 76

2. It is possible that the switches inside the collision sensor are malfunctioning. This is a rare occurrence.
3. Moreover, please check the connection between the cable from collision sensor and the one coming back to the robot controller.



Fig. 9

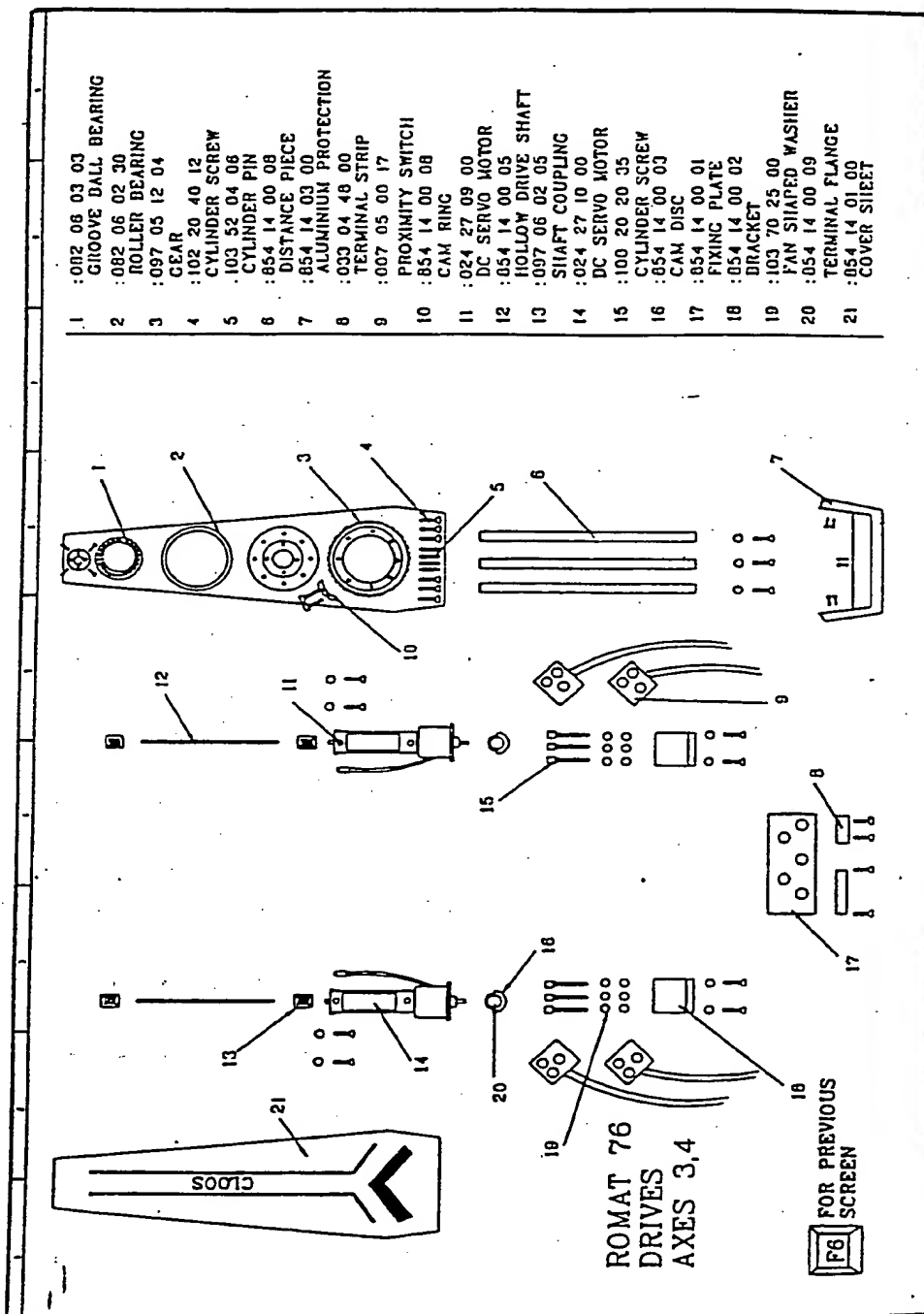
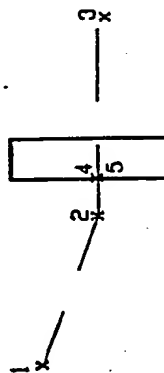


Fig. 10

# SENSOR COMMANDS

The sensor commands are used when using any form of touch (wire, nozzle) or proximally sensing.



Basically, when using the sensor commands, a voltage is supplied to the wire, and when contact is made with the part, an input is received. The distance from 2-->4 is the distance the robot moved before it found the part. Now the same logic could be used to find any new part to be welded. For a new part, a similar relationship from points 2 --> 4 is established and the difference between these two readings indicates the shift in the part.

```
LIST 1=(20,0,0,0,0,0,0,0,0) ! Welding list
MAIN
GP (1,2)
SET (2) ! Set 24V DC output
STORPOS (3,100,0,0;1:1000)
$ (1) ! Activate a welding list
WHEN IN(2) DURING GC(3) THEN JUMP FOUND
WRITE (' ERROR - PART NOT FOUND ')
PAUSE
FOUND:
$ (0) ! Turn off welding list
RESET (2)
STORPOS (4,50,0,0) ! Store present position
STORPOS (5,50,0,0) ! Store present position
CHANGE (4,5)
WRITE (' SENSING OVER ')
END
```

FOR PREVIOUS  
F6 SCREEN

Fig. 11

